

10-509, 990

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/087575 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F04B 1/30, 1/32,
F15B 1/00, F04B 9/10, 1/20

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/03710

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. April 2003 (10.04.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 16 951.9 17. April 2002 (17.04.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): BOSCH REXROTH AG [DE/DE]; Heidehofstrasse
31, 70184 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MARK, Alexan-
der [DE/DE]; Josef-Bechold-Str. 14, 97299 Zell (DE).
SCHÄFFER, Rudolf [DE/DE]; Rotkreuzstrasse 7, 97828
Marktheidenfeld (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: BOSCH REXROTH AG; Zum
Eisengiesser 1, 97816 Lohr am Main (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

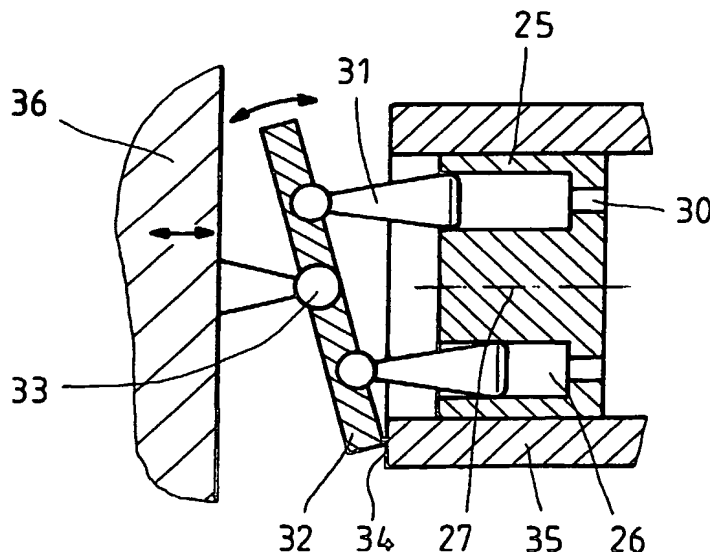
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HYDROTRANSFORMER

(54) Bezeichnung: HYDROTRANSFORMATOR



(57) Abstract: The invention relates to a hydro-
transformer comprising a housing and a displacement
part wherein a plurality of displacement elements
are guided, defining volume-modifiable displacement
chambers, a lift part on which the displacement
elements are supported, and a control element with
control nodules one of which is connected to a supply
connection, one is connected to a working connection
and one is connected to a tank connection. The aim
of the invention is to provide a hydrotransformer
which avoids complicated adjustment of the
transmission ratio. Said aim is achieved by making
the control element rotatably drivable by means of
a drive mechanism and by disposing one of the two
displacement element or lift element components
such that it is substantially fixed in relation to the
housing and by disposing the other such that it can
move freely within a limited area with respect to two
rotary or translatory degrees of freedom.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von

einem Hydrotransformator mit einem Gehäuse und mit einem Verdrängerteil, in dem eine Vielzahl von volumenveränderliche Verdrängerräume begrenzenden Verdrängern geführt sind, einem Hubteil, an dem die Verdränger abgestützt sind, und einem Steuerspiegel, der drei Steuermieren aufweist, von denen eine mit einem Versorgungsanschluss, eine mit einem Arbeitsanschluss und eine mit einem Tankanschluss verbunden ist. Ziel ist es, einen Hydrotransformator zu schaffen, bei dem eine aufwändige Einstellung des Übersetzungsverhältnisses vermieden wird. Das angestrebte Ziel wird erfindungsgemäss dadurch erreicht, dass der Steuerspiegel mittels eines Antriebs umlaufend antreibbar ist und dass von den beiden Bauteilen Verdrängerteil und Hubelement das eine Bauteil im wesentlichen fest bezüglich des Gehäuses angeordnet ist und das andere Bauteil bezüglich zweier rotatorischer oder translatorischer Freiheitsgrade innerhalb eines begrenzten Bereichs frei beweglich ist.

WO 03/087575 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

10/509990

Beschreibung

Hydrotransformator

Die Erfindung geht aus von einem Hydrotransformator, der gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ein Gehäuse und ein Verdrängerteil, in dem eine Vielzahl von volumenveränderliche Verdrängerräume begrenzenden Verdrängern geführt sind, ein Hubteil, an dem die Verdränger abgestützt sind, und Steuermittel, insbesondere eine Steuerscheibe mit drei Steuernieren aufweist, über die die Verdrängerräume nacheinander mit einem Versorgungsanschluß, mit einem Arbeitsanschluß und mit einem Tankanschluß verbindbar sind.

Ein Hydrotransformator ist eine hydraulische Maschine, in der ein Hydromotor und eine Hydropumpe mechanisch miteinander gekoppelt sind und der Hydromotor die Hydropumpe antreibt. Zumindest das Schluckvolumen des Hydromotors ist veränderbar, so daß der Hydromotor jeweils auf das zur Druckmittelversorgung eines sekundärseitigen hydraulischen Verbrauchers durch die Hydropumpe notwendige Drehmoment eingestellt werden kann. Hydrotransformatoren können in verschiedenen Bauarten wie Radialkolbenmaschine, Axialkolbenmaschine oder Flügelzellenmaschine ausgeführt sein.

Aus der WO 97/31185 A1 ist ein Hydrotransformator in Axialkolbenbauweise bekannt, bei dem Hydromotor und Hydropumpe ineinander integriert sind und der eine Schrägscheibe, eine drehbar gelagerte Trommel mit den Axialkolben und eine Steuerscheibe mit drei Steuernieren aufweist, deren Relativposition zu den Totpunktlagen der Axialkolben durch Verdrehen der Steuerscheibe gegenüber der Schrägscheibe veränderbar ist. Die Regelung eines solchen Hydrotransformators ist recht aufwändig.

Ziel ist es, einen Hydrotransformator zu schaffen, bei dem eine aufwändige Einstellung des Übersetzungsverhältnisses vermieden wird und der insgesamt in seiner Steuerung vereinfacht ist.

- 5 Das angestrebte Ziel wird erfindungsgemäß durch einen Hydrotransformator erreicht, der die Merkmale aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 aufweist und bei dem zusätzlich gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 die Steuermittel zyklisch steuerbar sind, bei dem insbesondere eine Steuerscheibe oder das Verdrängerteil mittels eines Antriebs umlaufend antreibbar ist, und bei
10 dem von den beiden Bauteilen Verdrängerteil und Hubteil das eine Bauteil gegenüber dem anderen Bauteil bezüglich zweier rotatorischer oder translatorischer Freiheitsgrade innerhalb eines begrenzten Bereichs frei beweglich ist. Bevorzugt sind gemäß Patentanspruch 2 die Steuermittel zyklisch steuerbar, insbesondere ist eine der Steuerscheibe mittels eines Antriebs umlaufend antreibbar, und von
15 den beiden Bauteilen Verdrängerteil und Hubelement ist das eine Bauteil im wesentlichen fest bezüglich des Gehäuses angeordnet und das andere Bauteil bezüglich zweier rotatorischer oder translatorischer Freiheitsgrade innerhalb eines begrenzten Bereichs frei beweglich.
- 20 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Hydrotransformators kann man den weiteren Unteransprüchen entnehmen.

- Gemäß Patentanspruch 3 sind die Grenzen des Bereichs, innerhalb dessen das andere Bauteil frei beweglich ist, veränderbar. Dann kann der Hydrotransformator
25 auf großes Schluckvolumen gestellt werden, wenn der sekundärseitige hydraulische Verbraucher mit hoher Geschwindigkeit bewegt werden soll. Bei kleiner Geschwindigkeit wird das Schluckvolumen klein gemacht, so daß die Steuermittel mit kurzen Zykluszeiten betrieben werden können und die Pulsationen in den Fluidströmen gering sind. Haftreibung zwischen den aneinander anliegenden und
30 relativ zueinander bewegten Bauteilen macht sich weniger bemerkbar als bei

langsamen Bewegungen. Der Fluidstrom zum hydraulischen Verbraucher läßt sich besser dosieren.

Bei einem Hydrotransformator in Axialkolbenbauweise ist bevorzugt gemäß Patentanspruch 4 das Hubelement eine Taumelscheibe, die über ein Universalgelenk mit Zentrum in ihrer Mitte allseits schwenkbar gelagert und im Abstand zu ihrer Mitte an einem Anschlag umlaufend abstützbar ist. Der Hydrotransformator hat eine hohe Dynamik, da die Taumelbewegung nur kleine Trägheitsmomente bedingt. Einerseits läßt sich gegenüber einem Hydrotransformator mit drehbar gelagerter Schrägscheibe die bewegte Masse klein halten, andererseits ist das Trägheitsmoment einer Kreisscheibe um ihre Mittelachse doppelt so groß wie das Trägheitsmoment bezüglich einer Symmetrieachse in der Scheibenebene. Die Axialkräfte des Triebwerks können leicht hydrostatisch aufgenommen werden, da keine mechanische Wellenlagerung mit Abdichtung notwendig ist.

Vorteilhafterweise ist der Anschlag in Umlaufrichtung der Taumelscheibe stetig. Das bedeutet, daß der Auflagepunkt bzw. die Auflagelinie der Taumelscheibe während des Betriebs am Anschlag stetig umläuft und die Taumelscheibe eine stetige und keine ruckartige Taumelbewegung mit jeweils leichter Veränderung der Schräglage macht.

Durch eine linienförmige Anlage zwischen der Taumelscheibe und dem Anschlag wird die Flächenpressung zwischen Taumelscheibe und Anschlag und damit der Verschleiß und plastische Verformung gering gehalten.

Gemäß Patentanspruch 7 ist der Abstand zwischen der Mitte und der umlaufenden Abstützstelle der Taumelscheibe gleich oder größer als der Abstand zwischen der Mitte und den Angriffsstellen der Axialkolben an der Taumelscheibe. Dann ist die Auflagekraft gegenüber der von den Axialkolben ausgeübten Kraft untersetzt. Ist der Abstand gleich, so ändert sich bei einer Änderung der Schrägstellung der Taumelscheibe der eine Totpunkt in der Bewegung der Axialkolben nicht und die

Länge der Bohrungen, in denen sich die Axialkolben befinden, kann sehr klein sein.

Bei einem Hydrotransformator gemäß Patentanspruch 12 ist der in Richtung der Mittelachse des Verdrängerteils gemessene Abstand zwischen dem Universalgelenk und dem Anschlag veränderbar. Bei unterschiedlich großen Abständen ist die Schräglage der Taumelscheibe und damit das geometrische Schluckvolumen des Hydrotransformators unterschiedlich.

Wenn das Universalgelenk eine feste Lage auf einer Mittelachse des Hydrotransformators hat, so ist der Wälzkreisradius der Taumelscheibe auf einer Abstützfläche kleiner als der Wälzkreisradius an der Taumelscheibe. Dann ist aber auch die Wälzkreisbahn auf der Abstützfläche kürzer als auf der Taumelscheibe. Bei der Bewegung der Taumelscheibe kann ein Ausgleich zwischen den unterschiedlichen Längen der Wälzkreisbahnen dadurch geschaffen werden, daß die Taumelscheibe entweder neben ihrer Taumelbewegung auch eine Drehbewegung macht oder im Wälzpunkt gegenüber der Abstützfläche auch gleitet. Ein Gleiten würde an der punkt- oder linienförmigen Berührstelle zwischen Taumelscheibe und Anschlagteil erhöhten Verschleiß bedeuten. Eine drehende Ausgleichsbewegung der Taumelscheibe setzt voraus, daß das Verdrängerteil um die Mittelachse rotieren kann, sofern die Gelenke zwischen der Taumelscheibe und den Axialkolben ortsfest bezüglich der Taumelscheibe sind.

Bevorzugt wird eine Ausgleichsbewegung des Universalgelenks zugelassen. Dazu ist gemäß Patentanspruch 13 das Universalgelenk in der Mitte der Taumelscheibe auf einer Kreisbahn um eine Mittelachse des Verdrängerteils bewegbar und der Anschlag ist zur Aufnahme von Axial- und Radialkräften schalenförmig ausgebildet.

Eine weitere Möglichkeit besteht gemäß Patentanspruch 14 darin, daß das Universalgelenk ortsfest in der Mittelachse angeordnet ist, daß zwischen dem An-

schlag und der Taumelscheibe eine in einer senkrecht auf der Mittelachse stehenden Ebene am Anschlag anliegende Gleitscheibe angeordnet ist, die mit der Taumelscheibe über ein Gelenk verbunden ist, dessen Position mit der Taumelscheibe umläuft. Natürlich findet zwischen der Gleitscheibe und dem Anschlag eine
5 ebene Gleitbewegung statt. Der dadurch verursachte Verschleiß ist jedoch wegen der flächenhaften Anlage zwischen Gleitscheibe und Anschlag gering.

Eine einfache Konstruktion, um die Taumelscheibe allseits schwenkbar zu machen und um die Schräglage der Taumelscheibe verändern zu können ist dann
10 gegeben, wenn gemäß Patentanspruch 15 die Taumelscheibe als eine einen Großkreis enthaltende Kugelschicht ausgebildet ist, die sich dicht gleitend in einer kreiszylindrischen Aufnahme befindet und in Richtung auf das Verdrängerteil zu abgestützt ist und wenn sich auf der dem Verdrängerteil abgewandten Seite der Taumelscheibe ein hydraulisches Polster befindet, dessen Volumen veränderbar
15 ist.

Gemäß den Patentansprüchen 16 und 17 kann der Durchmesser eines als Kugelgelenk ausgebildeten Universalgelenks für die Taumelscheibe auch so groß gemacht werden, daß sich die kugeligen Lagerflächen außen an der Taumelscheibe
20 befinden, daß also die Taumelscheibe als ganzes der positive Teil des Universalgelenks ist.

Ist gemäß Patentanspruch 18 das Verdrängerteil mittels eines Antriebs umlaufend antreibbar, so kann die Steuerscheibe gehäusefest angeordnet sein, so daß die
25 Steuernieren ohne Drehüberführungen mit den Außenanschlüssen verbunden sein können.

Die Patentansprüche 19 bis 21 enthalten vorteilhafte Ausbildungen eines erfindungsgemäßen Hydrotransformators in Flügelzellenbauweise und die Patentan-
30 sprüche 22 und 23 vorteilhafte Ausbildungen eines erfindungsgemäßen Hydrotransformators in Radialkolbenbauweise.

Mehrere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Hydrotransformators werden im folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

5 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise, bei dem das die Axialkolben aufnehmende Verdrängerteil feststeht und eine Taumelscheibe mittig über ein ortsfestes Universalgelenk und an ihrem Rand an einer Anschlagfläche abgestützt ist,

10 Figur 2 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise, bei dem die Taumelscheibe auf beiden Seiten des Verdrängerteils an ihrem Rand abgestützt ist und die Schräglage der Taumelscheibe durch Verschieben des Universalgelenks einstellbar ist,

 Figur 3 ein Ausführungsbeispiel ähnlich dem aus Figur 1, bei dem aber die Schräglage der Taumelscheibe einstellbar ist,

15 Figur 4 ein Ausführungsbeispiel ähnlich dem aus Figur 2 mit Einstellbarkeit der Schräglage der Taumelscheibe durch Verschieben der Abstützstelle am Rand,

 Figur 5 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise mit Einstellbarkeit der Schräglage der Taumelscheibe durch Verstellung des Universalgelenks,

20 Figur 6 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise, bei dem die Taumelscheibe über die Axialkolben abgestützt und die Schräglage der Taumelscheibe durch Verschieben des Universalgelenks einstellbar ist,

 Figur 7 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise, bei dem die Taumelscheibe über die Axialkolben abgestützt und die Schräglage der Taumelscheibe durch Verschieben des Verdrängerteils einstellbar ist,

25 Figur 8 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise, bei dem die Taumelscheibe in umgekehrter Richtung wie beim sechsten und siebten Ausführungsbeispiel über die Axialkolben abgestützt und die Schräglage der Taumelscheibe durch Verschieben des Universalgelenks einstellbar ist,

30 Figur 9 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise ähnlich dem aus Figur 8, bei dem die Schräglage der Taumelscheibe durch Verschieben des Verdrängerteils einstellbar ist,

Figur 10 die verschiedenen Abstützradien bei verschiedenen Schräglagen einer Taumelscheibe mit einem senkrecht zur Mittelachse ortsfest angeordneten mittigen Universalgelenk,

Figur 11 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise, bei dem das Universalgelenk eine Ausgleichsbewegung macht,

Figur 12 ein Ausführungsbeispiel in Axialkolbenbauweise, bei dem die Taumelscheibe als ganzes das positive Teil des verschiebbaren Universalgelenks bildet und die Taumelscheibe über einen in einer Ebene verschiebbaren Stützring an ihrem Rand abgestützt ist,

Figur 13 ein dem Ausführungsbeispiel aus Figur 12 ähnliches Ausführungsbeispiel mit einer Abstützung der Taumelscheibe auf der anderen Seite,

Figur 14 ein Ausführungsbeispiel, das in Flügelzellenbauweise ausgeführt ist und bei dem das kreiszylindrische Verdrängerteil frei innen am Gehäuse abrollt,

Figur 15 ein Ausführungsbeispiel, das ebenfalls in Flügelzellenbauweise ausgeführt ist und bei dem ein das kreiszylindrische Verdrängerteil umgebender Hubring frei außen am Verdrängerteil abrollt,

Figur 16 ein Ausführungsbeispiel, das ebenfalls in Flügelzellenbauweise ausgeführt ist und bei dem ein das kreiszylindrische Verdrängerteil umgebender Hubring frei innen am Gehäuse abrollt,

Figur 17 ein Ausführungsbeispiel, das in Radialkolbenbauweise mit innen druckbeaufschlagten Radialkolben ausgeführt ist und bei dem ein das kreiszylindrische Verdrängerteil umgebender Hubring frei außen am Verdrängerteil abrollt,

Figur 18 ein Ausführungsbeispiel, das in ebenfalls Radialkolbenbauweise mit innen druckbeaufschlagten Radialkolben ausgeführt ist und bei dem ein das kreiszylindrische Verdrängerteil umgebender Hubring frei innen am Gehäuse abrollt,

Figur 19 ein Ausführungsbeispiel, das in Radialkolbenbauweise mit außen druckbeaufschlagten Radialkolben ausgeführt ist und bei dem eine Exzenter-scheibe frei innen am Verdrängerteil abrollt,

Figur 20 ein Ausführungsbeispiel, das in ebenfalls Radialkolbenbauweise mit außen druckbeaufschlagten Radialkolben ausgeführt ist und bei dem ein Exzenterring frei außen an inneren, feststehenden Bolzen abrollt, und

Figur 21 ein Ausführungsbeispiel, das demjenigen aus Figur 13 ähnelt, bei dem jedoch nicht die Steuerscheibe, sondern das Verdrängerteil drehend antreibbar ist.

Gemäß dem stark vereinfachten Schnitt durch das in Figur 1 gezeigte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hydrotransformators besitzt ein feststehendes Verdrängerteil 25 mehrere Zylinderbohrungen 26, deren Achsen parallel zueinander verlaufen, denselben Abstand von einer Mittelachse 27 haben und deren Winkelabstände voneinander gleich sind. Die Zylinderbohrungen 26 sind an einer ersten Stirnseite 28 des Verdrängerteils offen. Zwischen dem Boden einer Zylinderbohrung und einer zweiten Stirnseite 29 des Verdrängerteils erstreckt sich jeweils eine im Durchmesser gegenüber der Zylinderbohrung kleinere Steuerbohrung 30. In jeder Zylinderbohrung 26 befindet sich ein kegelförmiger Axialkolben 31, dessen Kegelpfopf allseitig schwenkbar an einer sich vor der ersten Stirnseite 28 des Verdrängerteils 25 befindlichen Taumelscheibe 32 derart eingehängt ist, daß einerseits die Taumelscheibe von dem Axialkolben vom Verdrängerteil weggedrückt werden kann und andererseits der Axialkolben nicht von der Taumelscheibe abhebt. Insgesamt sind zum Beispiel sieben oder zehn Axialkolben vorhanden.

Die Taumelscheibe 32 ist eine Kreisscheibe und über ein ortsfestes Universalgelenk 33 allseits schwenkbar gelagert, dessen Schwenkpunkt oder Zentrum mittig der Taumelscheibe und in der Mittelachse 27 liegt. Im Betrieb liegt die Taumelscheibe 32 unter der Wirkung der von den Axialkolben auf sie ausgeübten Kräfte mit dem Rand ihrer vom Verdrängerteil 25 abgewandten Seite auf einer ebenen und senkrecht auf der Mittelachse 27 stehenden Fläche 34 eines lagefesten Anschlagteils 35 auf, das zu einem Gehäuse 37 gehört. Der Abstand zwischen dem Auflagepunkt an der Fläche 34 und dem Zentrum des Universalgelenks 33 ist grö-

ßer als der entsprechende Abstand des Angriffspunkts der resultierenden Kraft aller Axialkolben, so daß die Auflagekraft gegenüber der von den Axialkolben ausgeübten Kraft untersetzt ist. Bei gegebener Größe der Taumelscheibe 32 bestimmt der Abstand zwischen dem Zentrum des Universalgelenks 33 und der Fläche 34 die Winkel- oder Schräglage der Taumelscheibe bezüglich der Mittelachse 27.

An der zweiten Stirnseite 29 des Verdrängerteils liegt dichtend eine Steuerscheibe 40 an, in deren dem Verdrängerteil 25 zugewandten Stirnseite sich drei Steuernieren, eine Versorgungsniere 41, eine Verbraucherniere 42 und Tanknieren 43, befinden, die auf einem Kreis angeordnet sind, sich jeweils über einen Winkel von neunzig Grad erstrecken und einen Winkelabstand von dreißig Grad voneinander haben. Der Abstand der Steuernieren von der Mittelachse 27 ist genau so groß wie der Abstand der Steuerbohrungen 30. Die drei Steuernieren sind in nicht näher dargestellter Weise verbunden mit einem Versorgungsanschluß, der der Fluideinspeisung aus und der Fluidrückspeisung in ein Konstantdrucknetz dient, mit einem Verbraucheranschluß, der dem Fluidvorlauf zu und dem Fluidrücklauf aus einem hydraulischen Verbraucher dient, und mit einem Tankanschluß, der dem Fluidzulauf aus und dem Fluidablauf zu einem Tank dient.

Die Steuerscheibe 40 ist von einem drehzahlgeregelten Elektromotor 44 mit veränderlicher Drehzahl um die Mittelachse 27 drehend antreibbar.

Wenn der Elektromotor 44 abgeschaltet ist, nimmt die Taumelscheibe 32 eine Position ein, die sich aus der Summe der von den Axialkolben, die von dem Druck des Konstantdrucknetzes und vom Lastdruck des hydraulischen Verbrauchers beaufschlagt sind, ausgeübten Kräfte ergibt. Wird nun die Steuerscheibe 40 in Drehung versetzt, so wandert die Druckbeaufschlagung der Axialkolben mit den Steuernieren der Steuerscheibe mit, so daß auch die Taumelscheibe die Winkelstellung ihrer Schräglage verändert und der Auflagepunkt oder die Auflagelinie an der Fläche 34 wie bei einer auf einer Unterlage taumelnden Münze umläuft. Bei fester

Schrägstellung der Taumelscheibe und konstanten Druckverhältnissen ist dabei die Fluidmenge, die dem hydraulischen Verbraucher zufließt bzw. von diesem zurückfließt allein durch die Drehzahl der Steuerscheibe bestimmt. Ändert sich der Versorgungsdruck oder der Lastdruck, so führt dies zu einer Änderung der relativen Winkellage zwischen einem durch die Mitte und die äußere Abstützstelle der Taumelscheibe definierten Richtungsstrahl und der Steuerscheibe.

Der gezeigte Hydrotransformator – und das gilt allgemein für einen Hydrotransformator nach der Erfindung – läßt sich somit auf sehr einfache Weise durch die Drehzahl der Steuerscheibe steuern. Er ist sehr betriebssicher, da sich bei einem Fehler, zum Beispiel beim Bruch eines elektrischen Kabels, einer Fluidleitung oder bei Abfall des Versorgungsdrucks, aufgrund der zentrierend wirkenden Kolbenkräfte die Taumelscheibe in eine bestimmte Winkelschräglage kommt und dort verbleibt.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist das Maß der Schräglage der Taumelscheibe 32 veränderbar. Die Taumelscheibe ist nun mit dem Rand ihrer dem Verdrängerteil 25 zugewandten, vorderen Seite an der Abstützfläche 34 eines gehäusefesten Anschlagteils 35 abgestützt, das das Verdrängerteil 25 umgibt. Das Universalgelenk 33 befindet sich zwischen der Taumelscheibe und einem Gelenkträger 36, der gegenüber dem Anschlagteil 35 in Richtung der Mittelachse 27 verschiebbar ist. Es ist also der axiale Abstand zwischen dem Zentrum des Universalgelenks 33 und der Abstützfläche 34 und damit das Maß der Schräglage der Taumelscheibe und das geometrische Schluckvolumen des Hydrotransformators veränderbar.

Wenn das Maß der Schräglage der Taumelscheibe veränderbar ist, ist es möglich, einerseits dem hydraulischen Verbraucher bei großer Schräglage große Druckmittelmengen zuzuführen und andererseits den Verbraucher bei kleiner Schräglage der Taumelscheibe sehr fein und mit wenig Pulsation zu steuern.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 3 ist hinsichtlich der nicht gezeigten Steuer-
scheibe, hinsichtlich des Verdrängerteils 25 und hinsichtlich der Taumelscheibe 32
mit dem gehäusefesten Universalgelenk 33 gleich dem ersten Ausführungsbei-
spiel. Unterschiedlich ist, daß sich die Abstützfläche 34 für den Rand der Taumel-
5 scheibe 32 nun an einem in Richtung der Mittelachse 27 verschiebbaren ringför-
migen Anschlagteil 35 befindet, das einen Träger 36 des Universalgelenks umgibt.
Auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 ist also der axiale Abstand zwi-
schen dem Zentrum des Universalgelenks 33 und der Abstützfläche 34 und damit
das Maß der Schräglage der Taumelscheibe und das geometrische Schluckvolu-
10 men des Hydrotransformators veränderbar.

Dies ist auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 der Fall. Das Universal-
gelenk 33 befindet sich zwischen der Taumelscheibe und dem lagefesten Gehäu-
seteil 37. Die Taumelscheibe ist mit dem Rand ihrer dem Verdrängerteil 25 zuge-
15 wandten, vorderen Seite an der Abstützfläche 34 eines Anschlagteils 35 abge-
stützt, das das feststehenden Verdrängerteil 25 umgibt und in Richtung der Mit-
telachse 27 verschiebbar ist.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 5 ist weitgehend gleich demjenigen nach Fi-
20 gur 2 aufgebaut und besitzt auf der Rückseite der Taumelscheibe 32 einen Träger
36 für das Universalgelenk 33 und ein den Träger umgebendes ringförmiges An-
schlagteil 35 mit der Abstützfläche 34. Es ist nun das Anschlagteil 35 ortsfest an-
geordnet und der Träger 36 mit dem Universalgelenk in Richtung der Mittelachse
27 verschiebbar.

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 6 bis 9 ist die Taumelscheibe 32
nicht durch eine einzige ebene Fläche an ihrem Rand abgestützt. Als Anschlag für
die Taumelscheibe 32 dienen vielmehr Endansschläge 47 für die Axialkolben 31 in
den Zylinderbohrungen 26 des Verdrängerteils 25. Bei den beiden Ausführungs-
30 beispielen nach den Figuren 6 und 7 sind die Endansschläge 47 durch die Böden
der Zylinderbohrungen 26 gebildet. Diese sind kugelförmig gerundet. Entspre-

chend gekrümmt sind auch die inneren Enden der Axialkolben 31, so daß bei jeder Schräglage der Axialkolben eine flächenhafte Anlage der Axialkolben an den Endanschlügen 47 gewährleistet ist. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 ist das Verdrängerteil 25 gehäusefest angeordnet, während der Träger 36 des Universalgelenks 33 in Richtung der Mittelachse 27 verschiebbar ist. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 7 ist es umgekehrt. Das Maß der Schräglage der Taumelscheibe 32 und damit das Schluckvolumen des jeweiligen Ausführungsbeispiels ist also einstellbar. Bei den beiden Ausführungsbeispielen nach den Figuren 8 und 9 sind die kugelförmig gekrümmten Endanschlüge 47 durch im Durchmesser verringerte Mündungen der Zylinderbohrungen 26 gebildet. Entsprechend gekrümmt sind innere Köpfe der Axialkolben 31, so daß auch hier bei jeder Schräglage der Axialkolben eine flächenhafte Anlage der Axialkolben an den Endanschlügen 47 gewährleistet ist. Die Axialkolben 31 sind mit der Taumelscheibe 32 über ein Gelenk gekoppelt, über das nicht nur Druck-, sondern auch größere Zugkräfte von den Axialkolben 31 auf die Taumelscheibe 32 übertragen werden können.

Wenn bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 5 das Universalgelenk 33 eine feste Lage auf der Mittelachse 27 hat, so ist der Wälzkreisradius der Taumelscheibe 32 auf einer Abstützfläche 34 kleiner als der Wälzkreisradius an der Taumelscheibe. Die Verhältnisse sind in Figur 10 dargestellt. Der Wälzkreisradius der Taumelscheibe ist dort mit R bezeichnet. Die Taumelscheibe 32 liegt also, in ihrer Ebene gemessen, mit Punkten an der Anschlagfläche 34 an, die alle denselben Abstand R von der Mitte haben. Der Wälzkreisradius auf der Anschlagfläche 34 dagegen ist bei jeder Schräglage der Taumelscheibe 32 kleiner als R . Bei einer Schräglage mit dem Winkel β' beträgt er R' und bei einem Winkel zum β'' beträgt er R'' . Sind aber R' und R'' kleiner als R , so ist auch die Wälzkreisbahn auf der Abstützfläche 34 kürzer als auf der Taumelscheibe 32. Bei der Bewegung der Taumelscheibe 32 wird ein Ausgleich zwischen den unterschiedlichen Längen der Wälzkreisbahnen dadurch geschaffen, daß die Taumelscheibe entweder auch eine Drehbewegung macht oder im Wälzpunkt gegenüber der Abstützfläche glei-

tet. Um das Gleiten zu vermeiden, muß man eine Rotation des Verdrängerteils um die Mittelachse 27 zulassen, sofern die Gelenke zwischen der Taumelscheibe und den Axialkolben ortsfest bezüglich der Taumelscheibe sind.

- 5 Eine weitere Lösung besteht darin, daß wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 11 eine Ausgleichsbewegung des Universalgelenks 33 zugelassen wird. Der eine Teil des Universalgelenks befindet sich an einem schwenkbaren Hydraulikkolben 48, der in einer Zylinderbohrung 49 des gehäusefesten Anschlagteils 35 von einem Fluidpolster abgestützt ist. Das Anschlagteil 35 besitzt zentrisch zur
- 10 Mittelachse 27 eine schalenförmige Ausnehmung 50, die durch eine senkrecht auf der Mittelachse stehende Fläche, einen kreiszylinderischen Rand mit der Mittelachse 27 als Achse und mit einem Radius, der gleich dem Radius der Taumelscheibe 32 ist, und einer Abrundung mit einem bestimmten Radius dazwischen begrenzt wird. Der Rand der Taumelscheibe 32 hat denselben Radius wie die Ab-
- 15 rundung der Ausnehmung 50, so daß sich die Taumelscheibe in die Ausnehmung schmiegen kann und die Taumelscheibe linienförmig an dem Anschlagteil anliegt.

- Wie bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 6 bis 9, so befinden sich die Anlenkpunkte der Axialkolben 31 an der Taumelscheibe 32 auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 11 in derselben Entfernung von der Mitte der Taumelscheibe 32 wie deren äußerer Abstützrand. Dies bringt es mit sich, daß sich bei einer Veränderung des Maßes der Schrägstellung der Taumelscheibe 32 nur der eine Totpunkt in der Bewegung der Axialkolben 31 verändert, während der andere Totpunkt immer der gleiche ist. Die Länge der Zylinderbohrungen 26 ist dann nur
- 20 auf den maximalen Hub der Axialkolben 31 abzustimmen. Der Hubbereich bleibt immer innerhalb des Hubbereichs bei maximaler Schrägstellung. Sind die Anlenkpunkte der Axialkolben weniger weit von der Mitte der Taumelscheibe entfernt als der Abstützrand, so würde der Hubbereich bei einer Verringerung der Schrägstellung der Taumelscheibe aus dem Hubbereich bei maximaler Schrägstellung her-
- 25 auswandern und die Zylinderbohrungen 26 müßten länger sein.
- 30

Im Betrieb wird die Taumelscheibe 32 durch die sich in dem gehäusefest angeordneten Verdrängerteil 25 befindlichen Axialkolben 31 axial und radial belastet und unabhängig vom Maß der Schwenklage in die Abrundung der Ausnehmung 50 gedrückt. Der Taumelbewegung der Taumelscheibe ist somit keine Drehbewegung überlagert. Auch ein Gleiten zwischen Taumelscheibe und Anschlagteil findet nicht statt. Es bewegt sich jedoch das Zentrum des Universalgelenks auf einer Kreisbahn um die Mittelachse 27. Der Radius der Kreisbahn ist abhängig vom Schwenkwinkel der Taumelscheibe. Dieser Schwenkwinkel kann bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 11 dadurch verändert werden, daß der Hydraulikkolben 36 durch Zufuhr oder Abfuhr von Druckmittel aus der Zylinderbohrung 49 gegenüber dem gehäusefesten Anschlagteil 35 verschoben wird.

Auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 12 sind die Axialkolben 31 von einem ortsfest zu einem Gehäuse 24 angeordneten Verdrängerteil 25 aufgenommen. Zum Ausführungsbeispiel nach Figur 11 bestehen im wesentlichen zwei Unterschiede. Zum einen sind die Kugelflächen des als Kugelgelenk ausgebildeten Universalgelenks 33 nach außen an den Rand der Taumelscheibe 32 verlegt. Diese ist nun eine Kugelschicht, die sich in einer Kugelschale 51 des Hydraulikkolbens 36 befindet, deren Mittelpunkt auf der Mittelachse 27 liegt. Durch den Hydraulikkolben 36 und die Taumelscheibe 32 ist das Fluidpolster zwischen diesen beiden Teilen und einem Gehäusedeckel 52 von dem mit einem Leckölanschluß verbundene Raum zwischen dem Verdrängerteil und einer Axialfläche 34 des Gehäuses 24 einerseits und Hydraulikkolben und Taumelscheibe andererseits getrennt. Der Hydraulikkolben ist durch Volumenänderung des Fluidpolsters axial verschiebbar, um die Schräglage der Taumelscheibe zu verändern.

Der zweite wesentliche Unterschied liegt in der Art des Ausgleichs zwischen der Länge der Wälzkreisbahn der Taumelscheibe und der Länge der Wälzkreisbahn auf einer Abstützfläche bei festem Zentrum des Universalgelenks auf der Mittelachse 27. Zwischen eine ebene Abstützfläche 34 am Gehäusedeckel 52 und die Taumelscheibe 32 sind ein ebener Stützring 55 und ein toroidförmiger Wälzring 56

eingefügt, der in einer im Querschnitt kreissegmentförmigen Nut 57 des Stützrings 55 liegt. Auch die Taumelscheibe 32 hat eine umlaufende Nut 58, die zentrisch zur Rotationsachse der Taumelscheibe liegt und deren Querschnitt eine Kreissegment ist. Die Nuten 57 und 58 und der Wälzring 56 haben den gleichen Durchmesser und im Querschnitt die gleiche Krümmung.

Die Taumelscheibe 32 liegt in der Nut 58 an einer Stelle linienförmig an dem Wälzring 56 an und drückt über diesen den Stützring 55 mit einer ebenen Ringfläche gegen die Abstützfläche 34 an dem Gehäusedeckel 52. Beim Taumeln der Taumelscheibe 32 wandert die linienförmige Berührungsstelle zwischen der Taumelscheibe und dem Wälzring 56 auf diesem in einer reinen Abrollbewegung entlang. Stützring 55 und Wälzring vollführen in einer Ebene, die senkrecht auf der Mittellachse 27 steht, unter Beibehaltung ihrer Ausrichtung in dieser Ebene eine translatorische Ausgleichsbewegung mit gleichen Amplituden in zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen. Wegen der flächenhaften Anlage des Stützrings 55 an der Abstützfläche 34 tritt am Stützring und am Gehäusedeckel kaum Verschleiß auf. Je größer die Schräglage der Taumelscheibe ist, um so größer ist die Amplitude der Ausgleichsbewegung von Stützring und Wälzring.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 13 ist weitgehend gleich demjenigen nach Figur 12. Anders ist lediglich, daß sich der Stützring 55 und der Wälzring 56 vor der dem Verdrängerteil 25 zugewandten Seite der Taumelscheibe 32 befinden. Entsprechend weist diese die Nut 58 in dieser Seite auf. Der Stützring wird von der Taumelscheibe gegen eine außerhalb des Verdrängerteils 25 befindliche Abstützfläche 34 des Gehäuses 24 gedrückt.

Die Hydrotransformatoren in Flügelzellenbauweise nach den Figuren 14 bis 16 besitzen ein kreiszylindrisches Verdrängerteil 25, das an einer ebenen, in den Figuren verdeckten Stirnseite an der drehbaren und mit den drei Steuernieren 41, 42 und 43 versehenen Steuerscheibe 40 anliegt und in einer Reihe von gleichmäßig voneinander beabstandeten radialen Schlitz 61 Flügel 62 als Verdränger

aufnimmt. Das Verdrängerteil 25 wird von einem das Hubteil darstellenden Hubring 63 umgeben, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Verdrängerteils 25 ist.

5 Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 14 ist der Hubring 63 gehäusefest angeordnet und kann ein Teil des Gehäuses sein. Die Steuernieren 41, 42 und 43, die sich wiederum jeweils etwa über neunzig Grad erstrecken und einen Winkelabstand von dreißig Grad voneinander haben, befinden sich entlang der Innenkontur des Hubrings 63. Das Verdrängerteil 25 ist eine Trommel, die auch der Steuer-
10 scheibe abgewandt eine senkrecht zur Achse des Hubrings 63 verlaufende Stirnseite 64 hat. Es ist innerhalb des radial von dem Hubring 63 und axial durch die Steuerscheibe 40 und an der Stirnseite durch das Gehäuse eingegrenzten zylindrischen Raums, dessen axiale Erstreckung unter Gewährleistung einer stirnseitigen Abdichtung der Kammern zwischen den Flügeln 62 geringfügig größer ist als
15 die axiale Erstreckung des Verdrängerteils 25, in einer Ebene parallel zu seinen Stirnseiten frei, also in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen, bewegbar. Wenn im Betrieb die Steuerscheibe 40 zum Beispiel durch einen Elektromotor 44 gedreht wird, so rollt das Verdrängerteil 25 innen auf dem Hubring 63 ab, wobei es bei gleichbleibenden Druckverhältnissen bei einer Umdrehung der Steuer-
20 scheibe einmal um den Hubring 63 herumrollt. Weil der Außenumfang des Verdrängerteils kleiner ist als der Innenumfang des Hubrings dreht sich das Verdrängerteil bei einem Umlauf auch um einen bestimmten Winkel um seine eigene Achse. Wenn sich die Druckverhältnisse ändern, ändert sich auch die Zuordnung zwischen dem Verdrängerteil und der Steuerscheibe.

25 Bei den beiden Ausführungsbeispielen nach den Figuren 15 und 16 ist das Verdrängerteil 25 mit den Flügeln 62 gehäusefest angeordnet. Getrennt von einem Gehäuse 24 befindet sich in diesem ein in einer Ebene senkrecht zur Achse des Verdrängerteils 25 bewegbarer Hubring 63. Die Steuernieren 41, 42 und 43 erstrecken sich nun entlang des Außenumfangs des Verdrängerteils 25, dessen Au-
30

ßendurchmesser wiederum kleiner als der Innendurchmesser des das Verdrängerteil umgebenden Hubrings 63 ist.

5 Im Betrieb rollt der Hubring 63 bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 15 außen auf dem Verdrängerteil 25 und bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 16 innen an einer kreiszylindrischen Innenkontur des Gehäuses 24 ab.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 17 eines Hydrotransformators in Radialkolbenbauweise hat starke Ähnlichkeit mit dem Ausführungsbeispiel nach Figur 15.
10 Innerhalb eines Gehäuse 24 befindet sich ein feststehendes, kreiszylindrisches Verdrängerteil 25, das in radial verlaufenden Bohrungen 71 Radialkolben 72 aufnimmt, die innen mit Druck beaufschlagbar sind. Ein Hubring 63, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Verdrängerteils ist, umgibt das Verdrängerteil und rollt im Betrieb auf diesem ab. Die Druckräume hinter den
15 Radialkolben werden im Betrieb zum Beispiel mit Hilfe einer Steuerscheibe nacheinander mit einem Konstantdrucknetz, einem hydraulischen Verbraucher und einem Tank verbunden.

Auch das Ausführungsbeispiel nach Figur 18 besitzt in einem Gehäuse 24 ein
20 feststehendes Verdrängerteil 25 mit innenbeaufschlagten Radialkolben 72 und einen frei beweglich Hubring 63. Dieser rollt nun im Betrieb nicht außen auf dem Verdrängerteil 25, sondern innen an einer kreiszylindrischen Kontur des Gehäuses 24 ab.

25 Die beiden Ausführungsbeispielen nach den Figuren 19 und 20 sind in Radialkolbenbauweise mit außen beaufschlagten Radialkolben 72 gestaltet. Diese befinden sich in Radialbohrungen 71 eines feststehenden Verdrängerteils 25, das Teil eines Gehäuses sein kann. Die Radialkolben ragen in eine zentrale Bohrung 73 des Verdrängerteils 25 hinein, in der eine kreiszylinderische Hubscheibe 74, deren
30 Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der Bohrung 73, in Richtung senk-

recht zur Achse der Bohrung frei beweglich ist. Im Betrieb rollt die Hubscheibe an der Innenkontur der Bohrung 73 ab.

Bei der Ausführungsbeispiel nach Figur 20 schließlich befindet sich in der gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Figur 19 vergrößerten Bohrung des Verdrängerteils 25 zentrisch ein feststehender Bolzen 75, der von einem Hubring 76 umgeben ist. Außen am Hubring liegen die Radialkolben 72 an. Im Betrieb rollt der Hubring 76 außen an dem Bolzen 75 ab.

- 10 In den Ausführungsbeispielen ist als zyklisch gesteuertes Steuermittel nur eine drehend antreibbare Steuerscheibe mit drei Steuernieren gezeigt. Wenn auch sehr aufwendig ist, so ist es trotzdem denkbar, eine solche sich im Betrieb drehende Steuerscheibe durch zyklisch angesteuerte einzelne Ventile zu ersetzen, über die die Verdrängerräume nacheinander mit dem Drucknetz, mit dem hydraulischen
- 15 Verbraucher und mit Tank verbunden werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 21 sind wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 12 Axialkolben 31 von einem Verdrängerteil 25 aufgenommen. Allerdings ist das Verdrängerteil drehbar in einem Mittelteil des Gehäuses 24 gelagert und über eine durch einen Anschlußflansch 81 mit drei Außenanschlüssen, von denen zwei Anschlüsse 82 und 83 sichtbar sind, und eine ortsfest zum Gehäuse angeordnete Steuerscheibe 40 mit drei Steuernieren, von denen ebenfalls zwei, zum Beispiel die Steuernieren 41 und 42 sichtbar sind, hindurchgehende Welle 84 antreibbar. Die Welle ist mit dem Verdrängerteil über eine Verzahnung drehfest verbunden und über ein Wälzlager 85 in dem Anschlußflansch 81 drehbar gelagert. Die Steuerscheibe könnte auch direkt durch den Gehäuseflansch 81 gebildet sein.

Wie bei allen Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis Figur 13 ist die Taumelscheibe 32 mittig über ein Universalgelenk 33 gelagert. Wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 13 sind die Kugelflächen des als Kugelgelenk ausgebil-

30

deten Universalgelenks 33 nach außen an den Rand der Taumelscheibe 32 verlegt. Diese ist eine Kugelschicht, die sich in einer Kugelschale 51 des Hydraulikkolbens 36 befindet, deren Mittelpunkt auf der Mittelachse 27 liegt. Durch den Hydraulikkolben 36 und die Taumelscheibe 32 ist das Fluidpolster zwischen diesen beiden Teilen und einem Gehäusedeckel 52 von dem mit einem Leckölanschluß verbundenen Raum zwischen dem Verdrängerteil und einer Axialfläche 34 des Gehäuses 24 einerseits und Hydraulikkolben und Taumelscheibe andererseits getrennt. Der Hydraulikkolben ist axial verschiebbar, um die Schräglage der Taumelscheibe zu verändern.

Die unterschiedliche Länge der Wälzkreisbahn der Taumelscheibe 32 zur Länge der Wälzkreisbahn auf einer Abstützfläche 34 ist wie bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 12 und 13 mithilfe eines Stützrings 55 und eines toroidförmigen Wälzrings 56 ausgeglichen, die sich vor der dem Verdrängerteil 25 zugewandten Seite der Taumelscheibe 32 befinden. Entsprechend weist diese in der angesprochenen Seite die Nut 58 auf, in der die Anlagelinie des Wälzrings an der Taumelscheibe umläuft. Der Stützring 55 wird von der Taumelscheibe 32 gegen eine Abstützfläche 34 an einer Anschlagscheibe 35 gedrückt, die sich am Verdrängerteil 25 befindet und sich mit dem Verdrängerteil dreht.

Wenn im Betrieb das Verdrängerteil 25 angetrieben wird, kommen die Zylinderbohrungen 26 über die Steuerbohrungen 30 nacheinander in fluidische Verbindung mit den Steuernieren 41 bis 43. Über die Axialkolben 31 oder eine nicht dargestellte Mitnahmevorrichtung wird auch die Taumelscheibe 32 in Drehung versetzt. Da die Lage der Steuernieren bezüglich des Gehäuses 24 fest ist, bleibt während der Bewegung die Schrägstellung der Taumelscheibe bezüglich des Gehäuses fest, solange sich die Druckverhältnisse nicht ändern. Die Taumelscheibe rotiert also um ihre schräg zur Mittelachse 27 verlaufende Achse 86. Relativ zum Verdrängerteil 25 allerdings führt die Taumelscheibe 32 eine Taumelbewegung aus, während der die linienförmige Berührungsstelle zwischen der Taumelscheibe und dem Wälzring 56 auf diesem in einer reinen Abrollbewegung entlangwandert.

Stützring 55 und Wälzring vollführen in einer Ebene, die senkrecht auf der Mittellachse 27 steht, unter Beibehaltung ihrer Ausrichtung in dieser Ebene eine translatorische Ausgleichsbewegung mit gleichen Amplituden in zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen.

Patentansprüche

1. Hydrotransformator mit einem Gehäuse (24) und mit einem Verdrängerteil (25), in dem eine Vielzahl von volumenveränderliche Verdrängerräume begrenzenden Verdrängern (31, 62, 72) geführt sind, einem Hubteil (32, 63, 74, 76), an dem die Verdränger abgestützt sind, und mit Steuermitteln, insbesondere einer Steuerscheibe (40), die drei Steuernieren (41, 42, 43) aufweist, über die die Verdrängerräume (26) nacheinander mit einem Versorgungsanschluß, mit einem Arbeitsanschluß und mit einem Tankanschluß verbindbar sind,

dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel zyklisch steuerbar sind, daß insbesondere eine Steuerscheibe (40) oder das Verdrängerteil (25) mittels eines Antriebs (44) umlaufend antreibbar ist, und daß von den beiden Bauteilen Verdrängerteil (25) und Hubteil (32, 63, 74, 76) das eine Bauteil gegenüber dem anderen Bauteil bezüglich zweier rotatorischer oder translatorischer Freiheitsgrade innerhalb eines begrenzten Bereichs frei beweglich ist.

2. Hydrotransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel zyklisch steuerbar sind, daß insbesondere eine Steuerscheibe (40) mittels eines Antriebs (44) umlaufend antreibbar ist, und daß von den beiden Bauteilen Verdrängerteil (25) und Hubteil (32, 63, 74, 76) das eine Bauteil im wesentlichen fest bezüglich des Gehäuses (24) angeordnet ist und das andere Bauteil bezüglich zweier rotatorischer oder translatorischer Freiheitsgrade innerhalb eines begrenzten Bereichs frei beweglich ist.

3. Hydrotransformator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzen des Bereichs, innerhalb dessen das andere Bauteil frei beweglich ist, veränderbar sind.

4. Hydrotransformator nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß er in einer Bauweise mit sich im Verdrängerteil (25) befindlichen Axialkolben (31) ausgeführt ist und daß das Hubteil (32) eine Taumelscheibe ist, die über ein

Universalgelenk (33) mit Zentrum in ihrer Mitte allseits schwenkbar gelagert und im Abstand zu ihrer Mitte an einem Anschlag (35) umlaufend abstützbar ist.

5 5. Hydrotransformator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlag (35) in Umlaufrichtung der Taumelscheibe (32) stetig ist.

6. Hydrotransformator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage zwischen der Taumelscheibe (32) und dem Anschlag (35) linienförmig ist.

10 7. Hydrotransformator nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen der Mitte und der umlaufenden Abstützstelle der Taumelscheibe (32) gleich oder größer ist als der Abstand zwischen der Mitte und den Angriffsstellen der Axialkolben (31) an der Taumelscheibe (32).

15 8. Hydrotransformator nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Anschlag (35) für die umlaufende Abstützstelle der Taumelscheibe (32) auf deren den Axialkolben (31) abgewandten, hinteren Seite befindet.

20 9. Hydrotransformator nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Anschlag (35) für die umlaufenden Abstützstelle der Taumelscheibe (32) auf deren den Axialkolben (31) zugewandten, vorderen Seite befindet.

25 10. Hydrotransformator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlag für die Taumelscheibe (32) durch eine Hubbegrenzung für die Axialkolben (31) realisiert ist.

30 11. Hydrotransformator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Axialkolben (31) und die Bohrungen (26) des Verdrängerteils (25), in denen sich die Axialkolben (31) befinden, einander entsprechende kugelförmig oder

kreiszyindrisch gekrümmte, axial gegenüberliegende und in Anlage kommende Flächen (47) aufweisen.

5 12. Hydrotransformator nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der in Richtung der Mittelachse (27) des Verdrängerteils (25) gemessene Abstand zwischen dem Universalgelenk (33) und dem Anschlag (35) veränderbar ist.

10 13. Hydrotransformator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Universalgelenk (33) in der Mitte der Taumelscheibe (32) auf einer Kreisbahn um eine Mittelachse (27) des Verdrängerteils (25) bewegbar ist und daß der Anschlag (35) zur Aufnahme von Axial- und Radialkräften schalenförmig ausgebildet ist.

15 14. Hydrotransformator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Universalgelenk (33) ortsfest in der Mittelachse (27) angeordnet ist, daß zwischen dem Anschlag (35) und der Taumelscheibe (32) eine in einer senkrecht auf der Mittelachse (27) stehenden Ebene am Anschlag (35) anliegende Gleitscheibe 55) angeordnet ist, die mit der Taumelscheibe (32) über ein Gelenk gekoppelt ist,
20 dessen Position mit der Taumelscheibe (32) umläuft.

15 15. Hydrotransformator nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Taumelscheibe (32) als eine einen Großkreis enthaltende Kugelschicht ausgebildet ist, die sich dicht gleitend in einer kreiszyindrischen Aufnahme befindet und in Richtung auf das Verdrängerteil (25) zu abgestützt ist und
25 daß sich auf der dem Verdrängerteil (25) abgewandten Seite der Taumelscheibe (32) ein hydraulisches Polster befindet, dessen Volumen veränderbar ist.

30 16. Hydrotransformator nach einem der Ansprüche 4 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Universalgelenk (33) ein Kugelgelenk ist und daß die Taumelscheibe (32) als Kugelschicht mit einer auf einer Kugeloberfläche liegenden

Außenfläche ausgebildet ist und in einer Ausnehmung (51) mit kugeliger Lagerfläche aufgenommen ist.

17. Hydrotransformator nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß
5 die Ausnehmung (51) eine negative Kugelschicht ist und daß die Taumelscheibe (32) zur dem Verdrängerteil (25) abgewandten Seite hin am Anschlag (35) abgestützt ist.

18. Hydrotransformator nach einem der Ansprüche 4 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdrängerteil (25) mittels eines Antriebs (44) umlaufend
10 antreibbar ist und daß die Taumelscheibe (32) vom Verdrängerteil (25) vorzugsweise über die Axialkolben (31) mitnehmbar ist.

19. Hydrotransformator nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß er in Flügelzellenbauweise mit einem Hubring als Hubteil (63), mit Flügeln
15 (62) als Verdränger und mit einem die Flügel aufnehmenden Verdrängerteil (25) ausgeführt ist und daß von den beiden Bauteilen Hubring (63) und Verdrängerteil (25) das eine Bauteil fest angeordnet und das andere Bauteil radial innen oder außen an einer kreiszylindrischen Fläche abgestützt in einer senkrecht auf der
20 Achse des festen angeordneten Bauteils stehenden Ebene beweglich ist.

20. Hydrotransformator nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß
das Verdrängerteil (25) innerhalb einer kreiszylindrischen Kammer des als Hubring
(63) fungierenden Gehäuses (24) bewegbar ist.

21. Hydrotransformator nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß
das Verdrängerteil (25) das fest angeordnete Bauteil ist und der Hubring (63) innerhalb des Gehäuses (24) beweglich und innen am Verdrängerteil (25) oder außen am Gehäuse (24) abgestützt ist.

22. Hydrotransformator nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß er in Radialkolbenbauweise mit einem Hubring (63) als Hubteil mit innen druckbeaufschlagten Radialkolben (72) als Verdränger und mit einem die Radialkolben (72) aufnehmenden, feststehenden Verdrängerteil (25) ausgeführt ist und
5 daß der Hubring (63) innerhalb des Gehäuses (24) beweglich und innen am Verdrängerteil (25) oder außen am Gehäuse (24) abgestützt ist.

23. Hydrotransformator nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß er in Radialkolbenbauweise mit einem Hubring (76) oder einer Hubschei-
10 be (74) als Hubteil, mit außen druckbeaufschlagten Radialkolben (72) als Verdränger und mit einem die Radialkolben (72) aufnehmenden, feststehenden Verdrängerteil (25) ausgeführt ist und daß das Hubteil (74, 76) innerhalb des Verdrängerteils (25) beweglich und als Hubring (76) innen oder außen und als Hubscheibe (74) außen abgestützt ist.

1 / 11

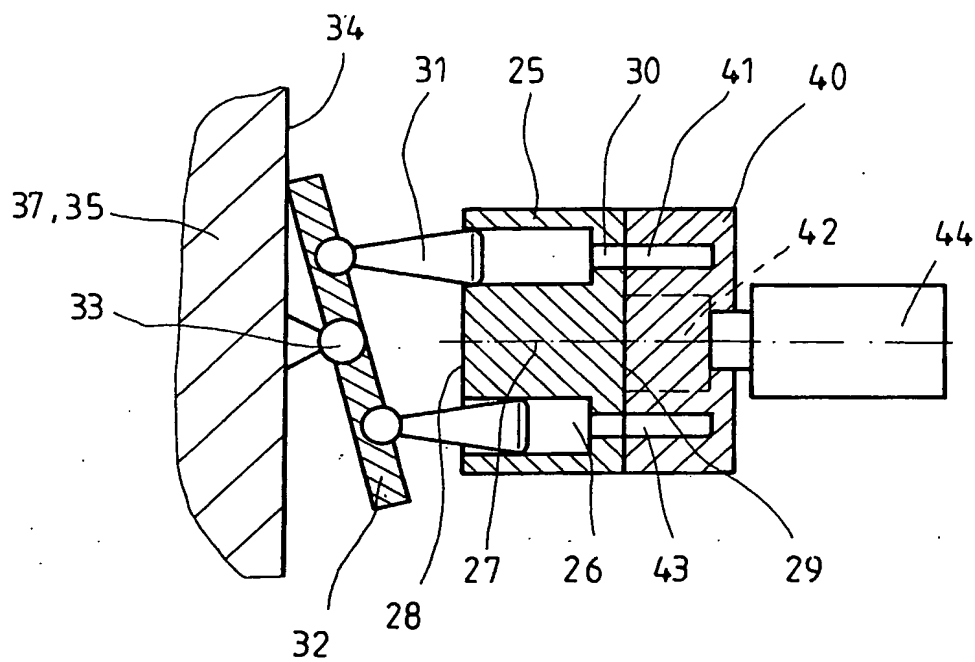


FIG.1

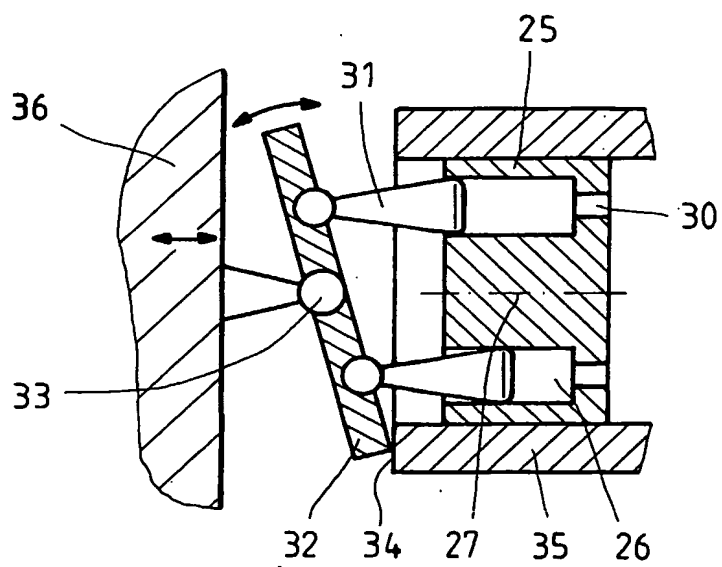


FIG.2

3/11

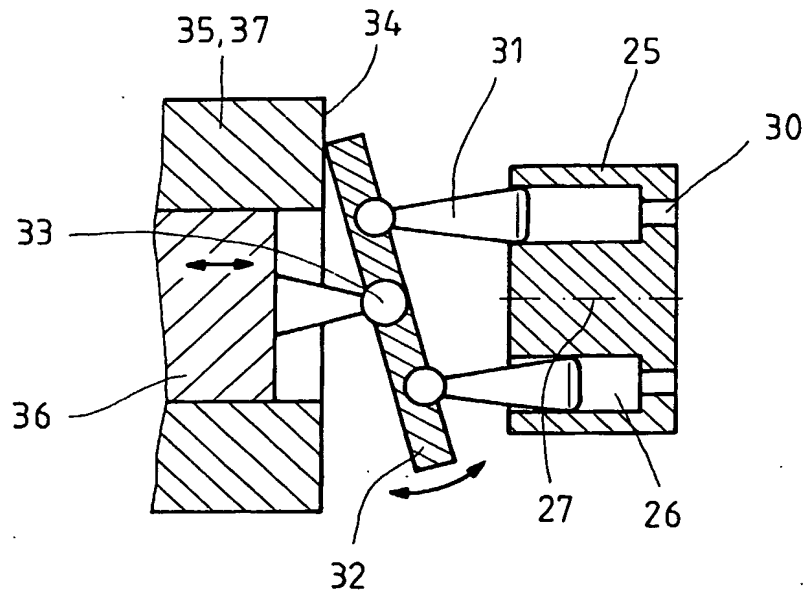


FIG. 5

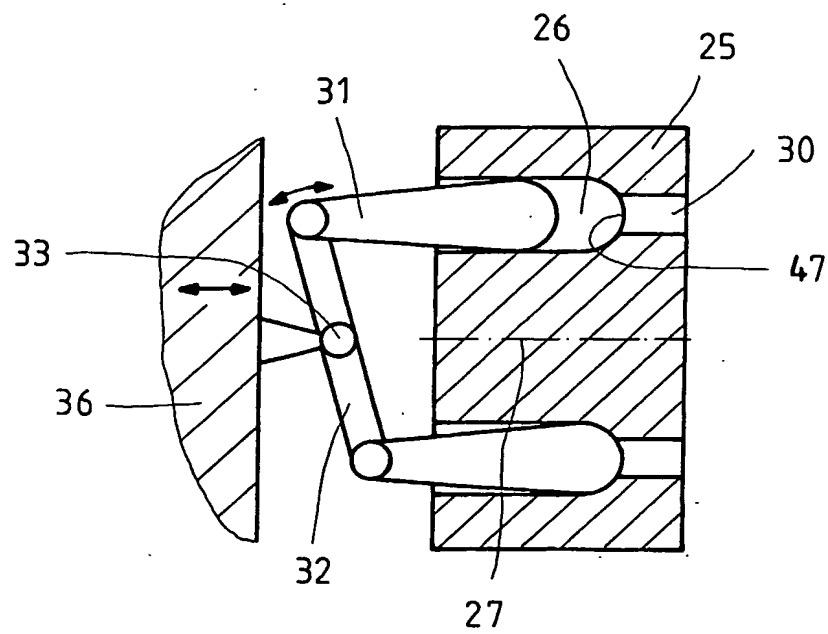


FIG. 6

4/11

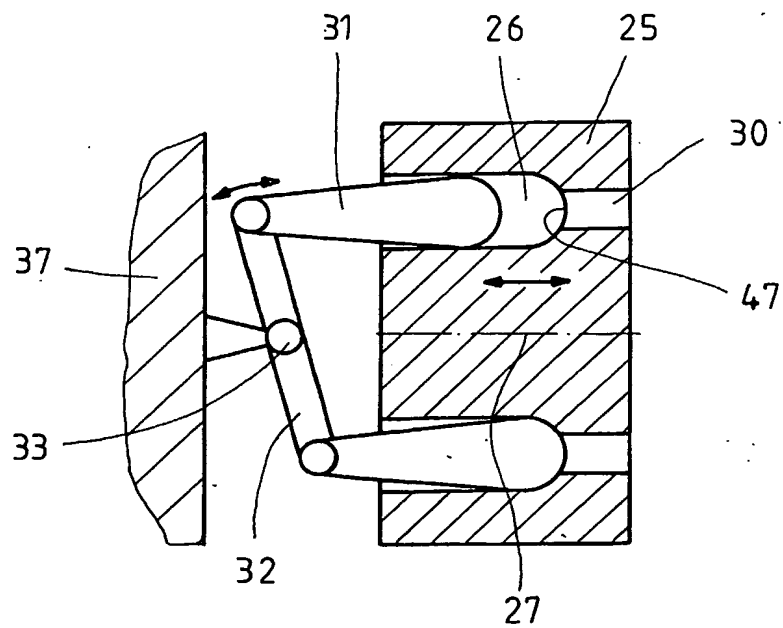


FIG. 7

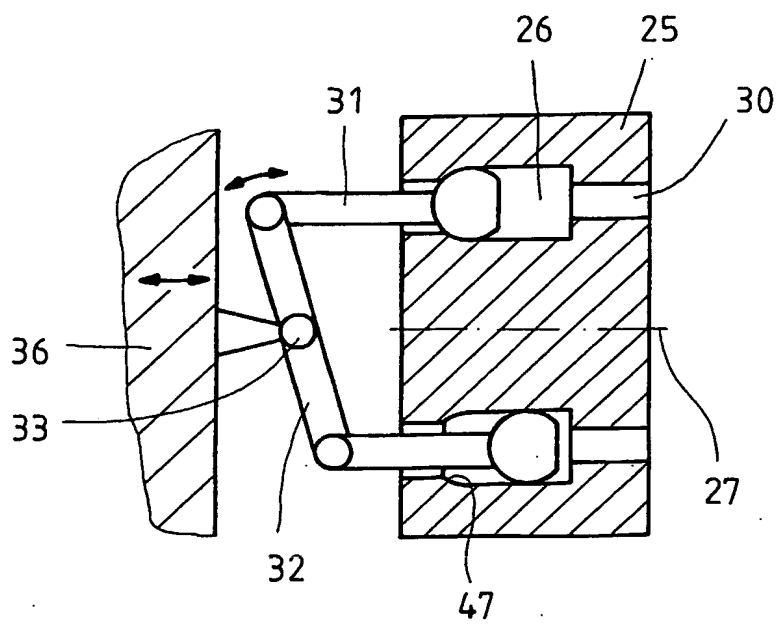


FIG. 8

5/11

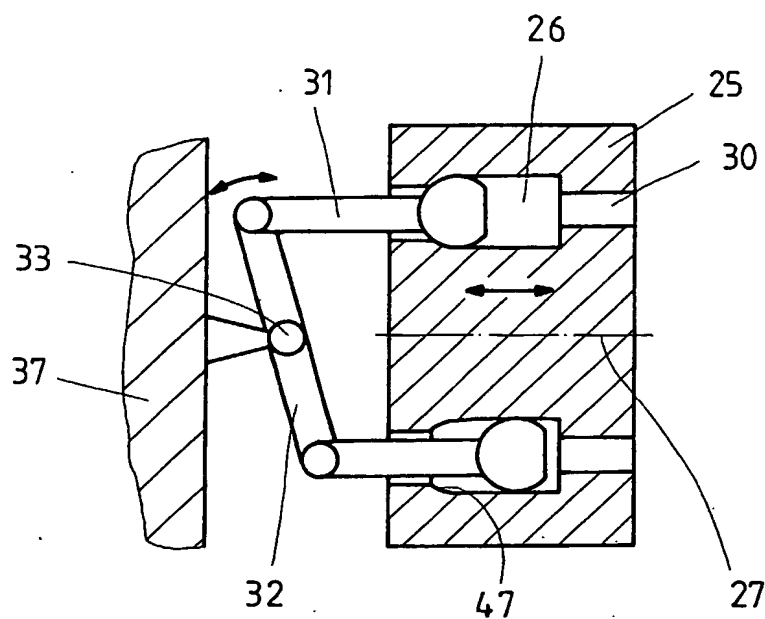


FIG. 9

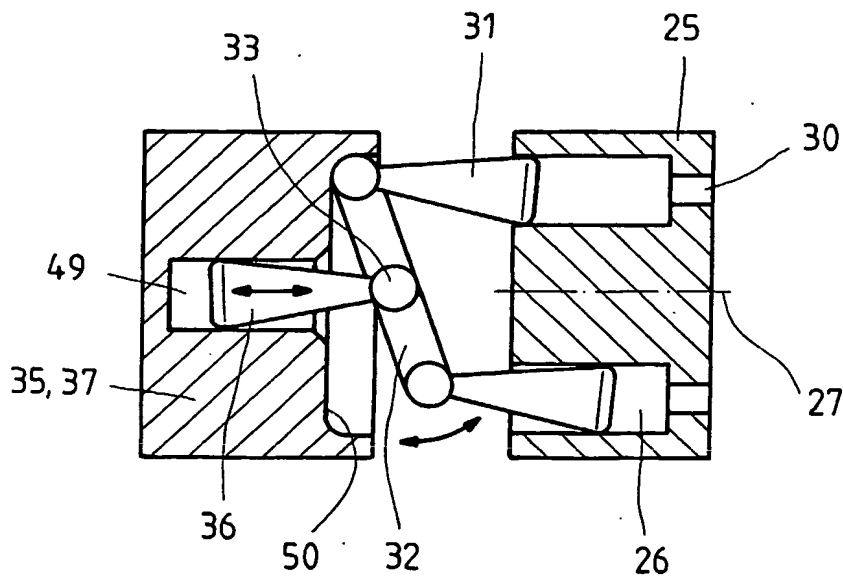


FIG. 11

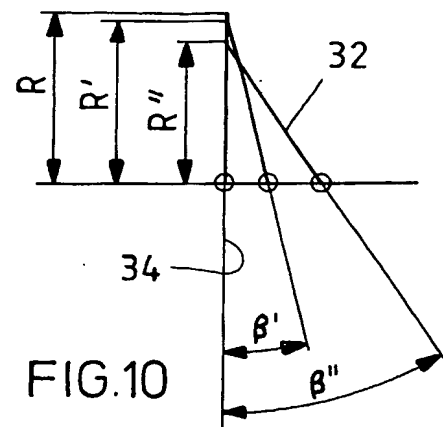


FIG. 10

6/11

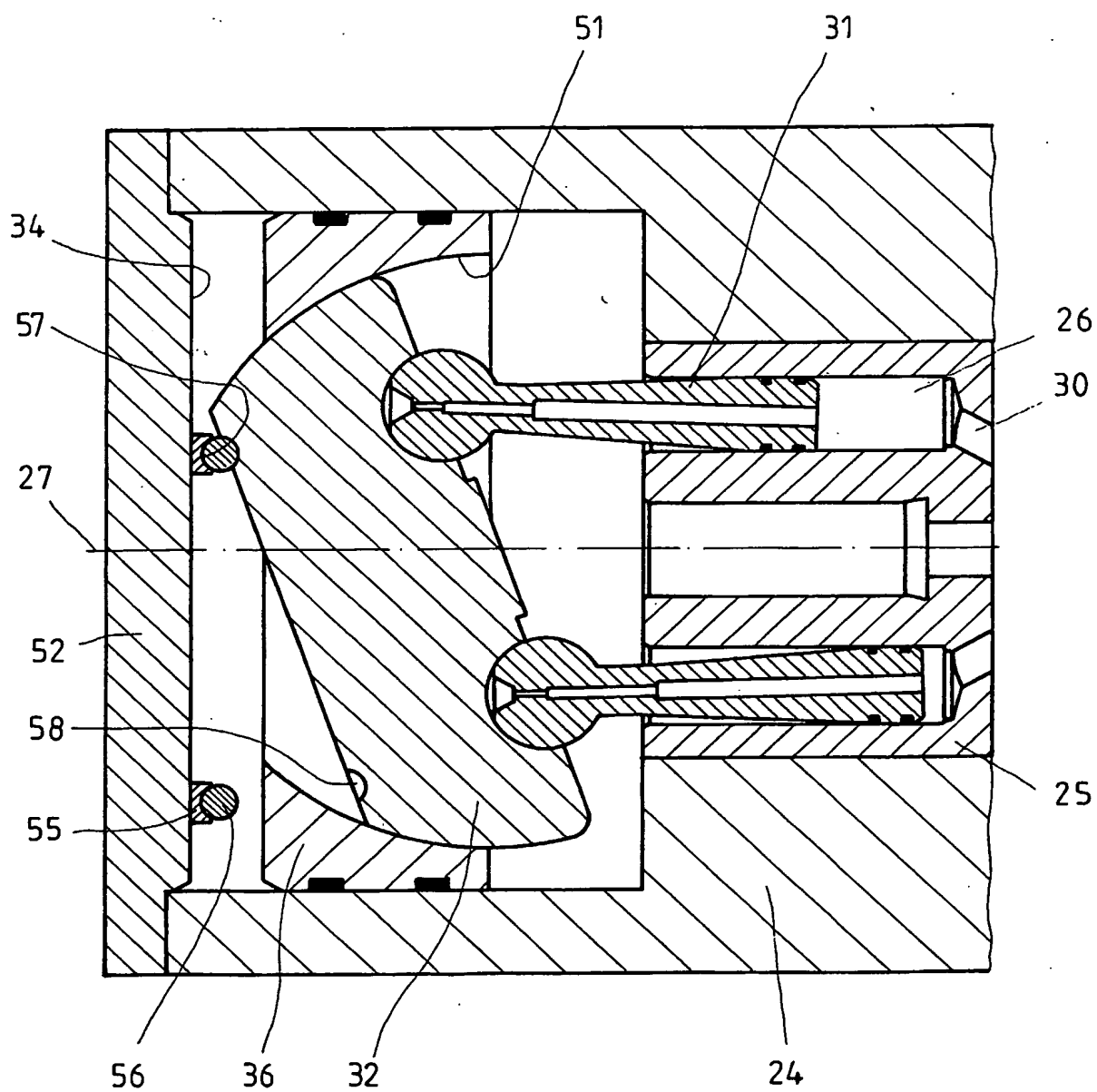
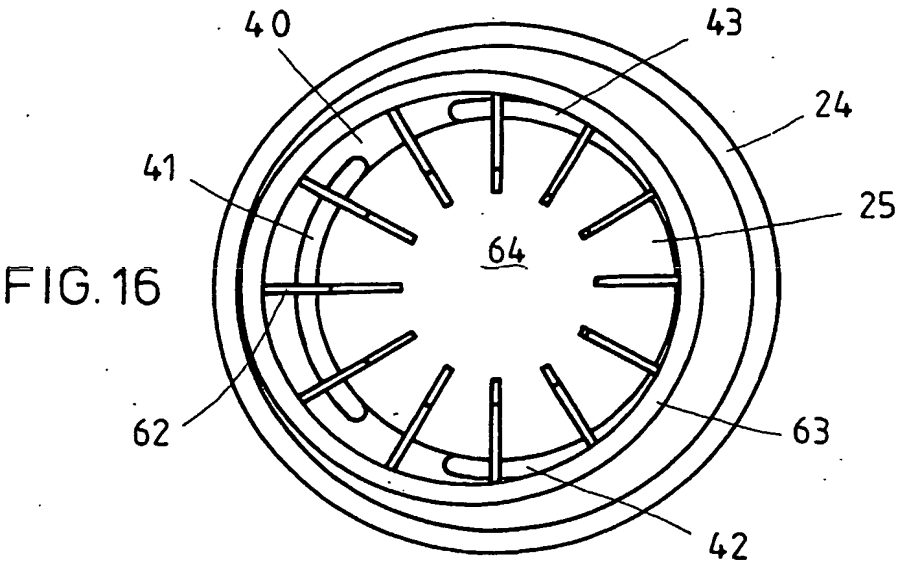
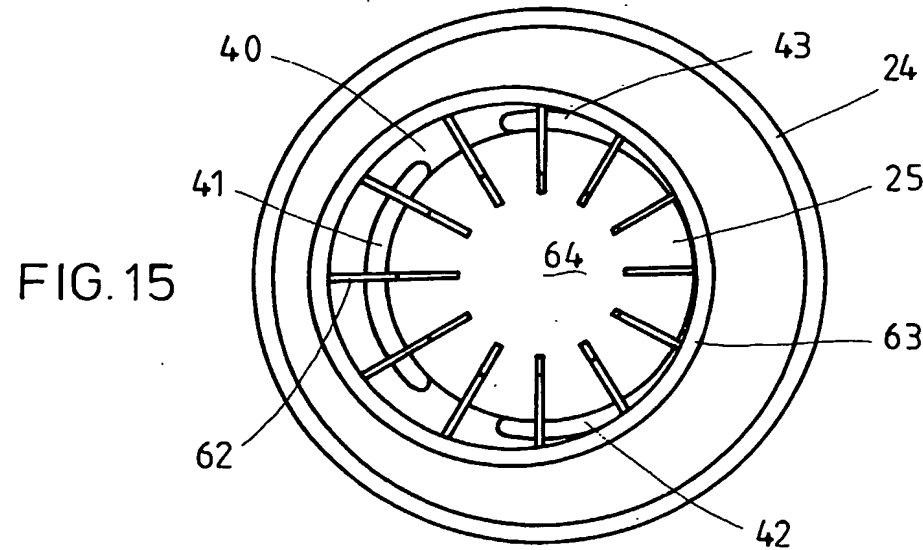
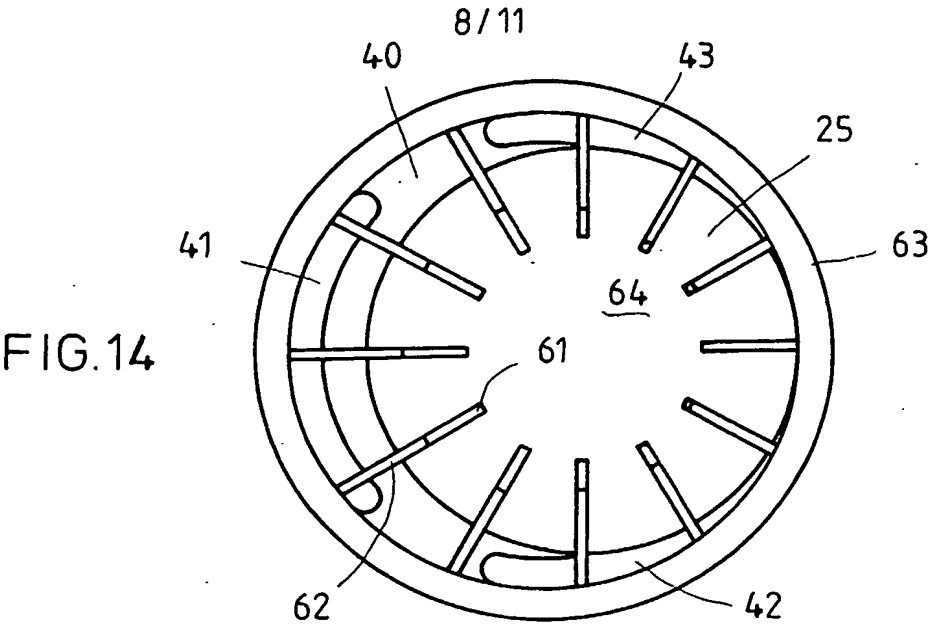


FIG.12



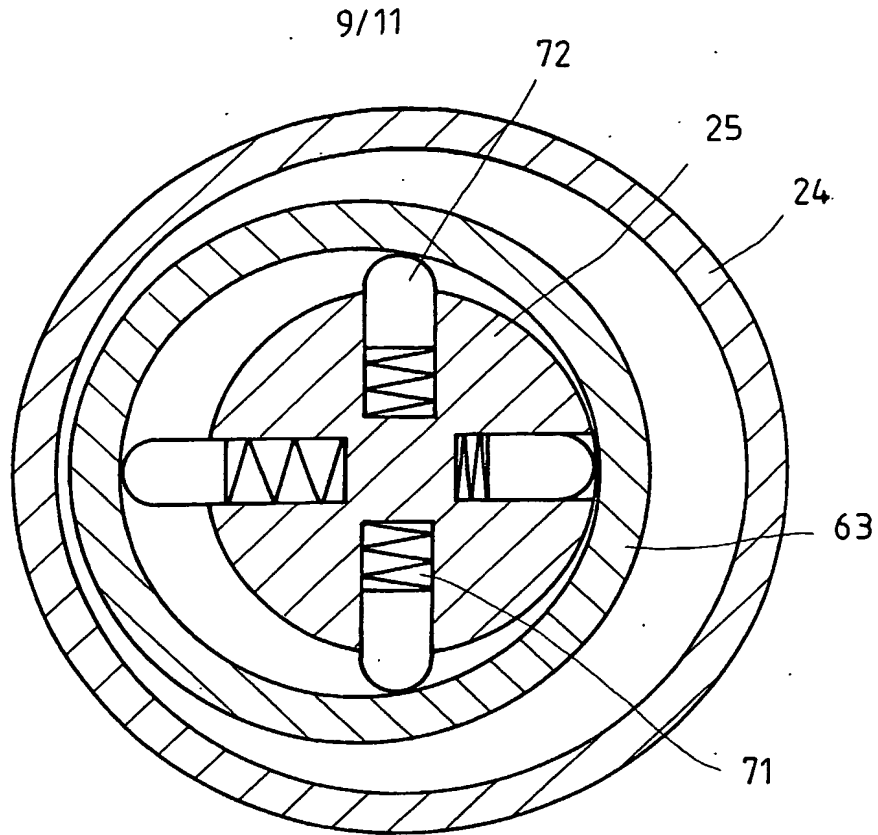


FIG. 17

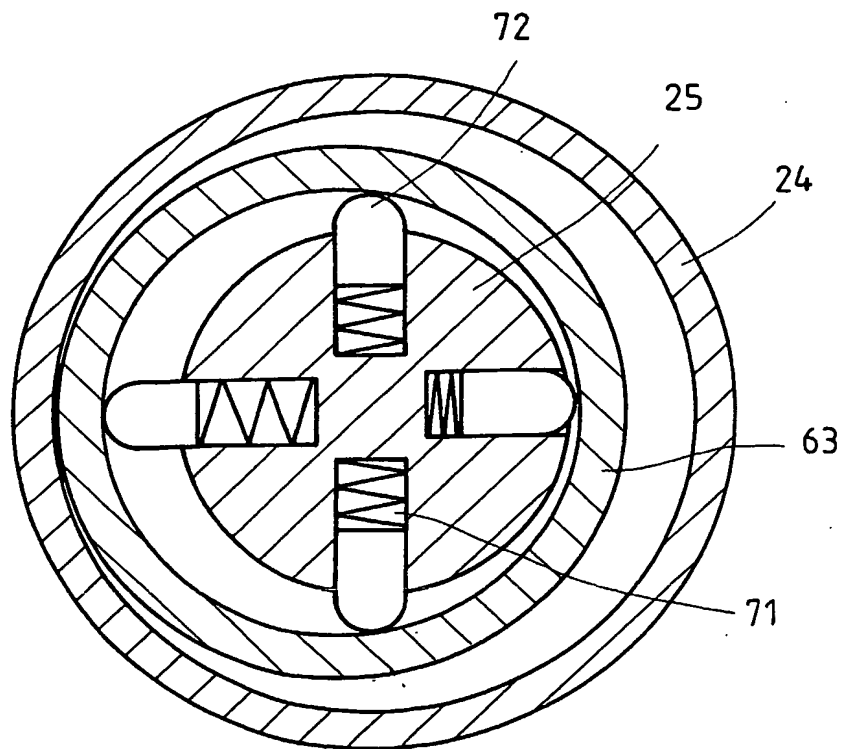


FIG. 18

10/11

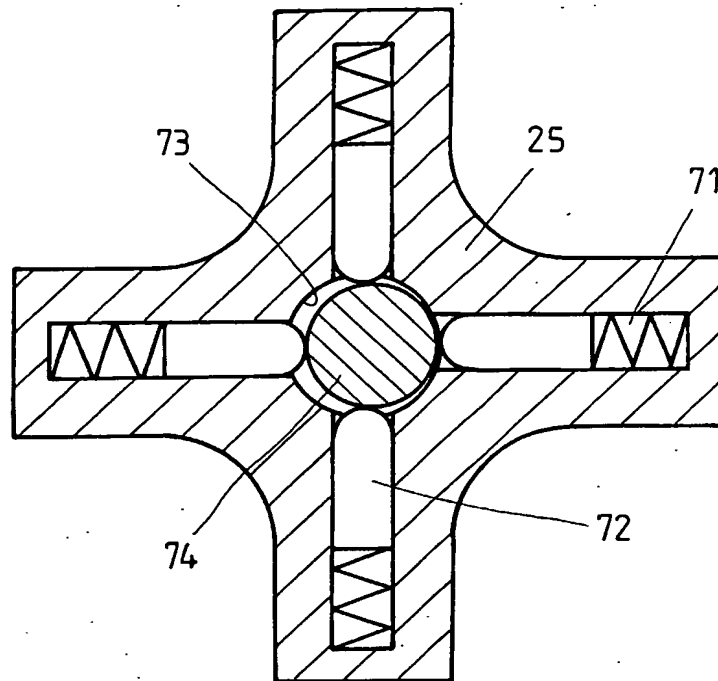


FIG. 19

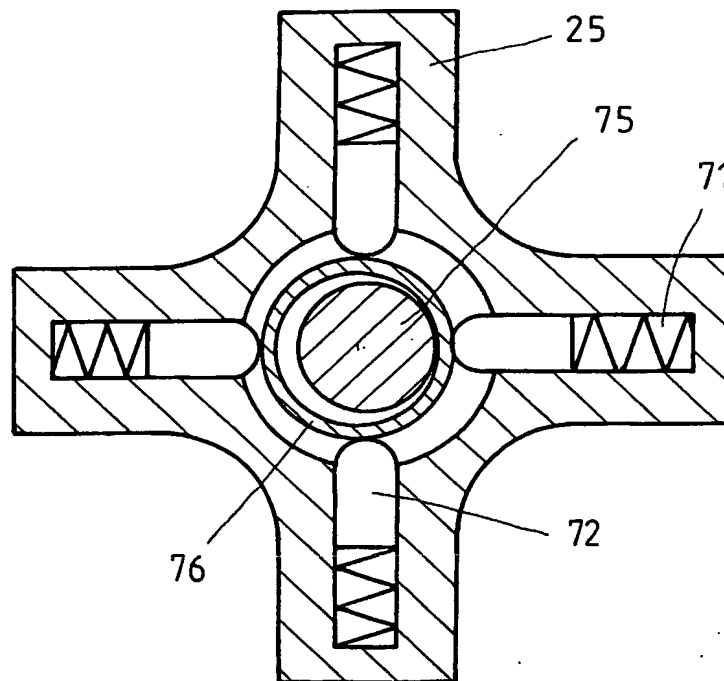


FIG. 20

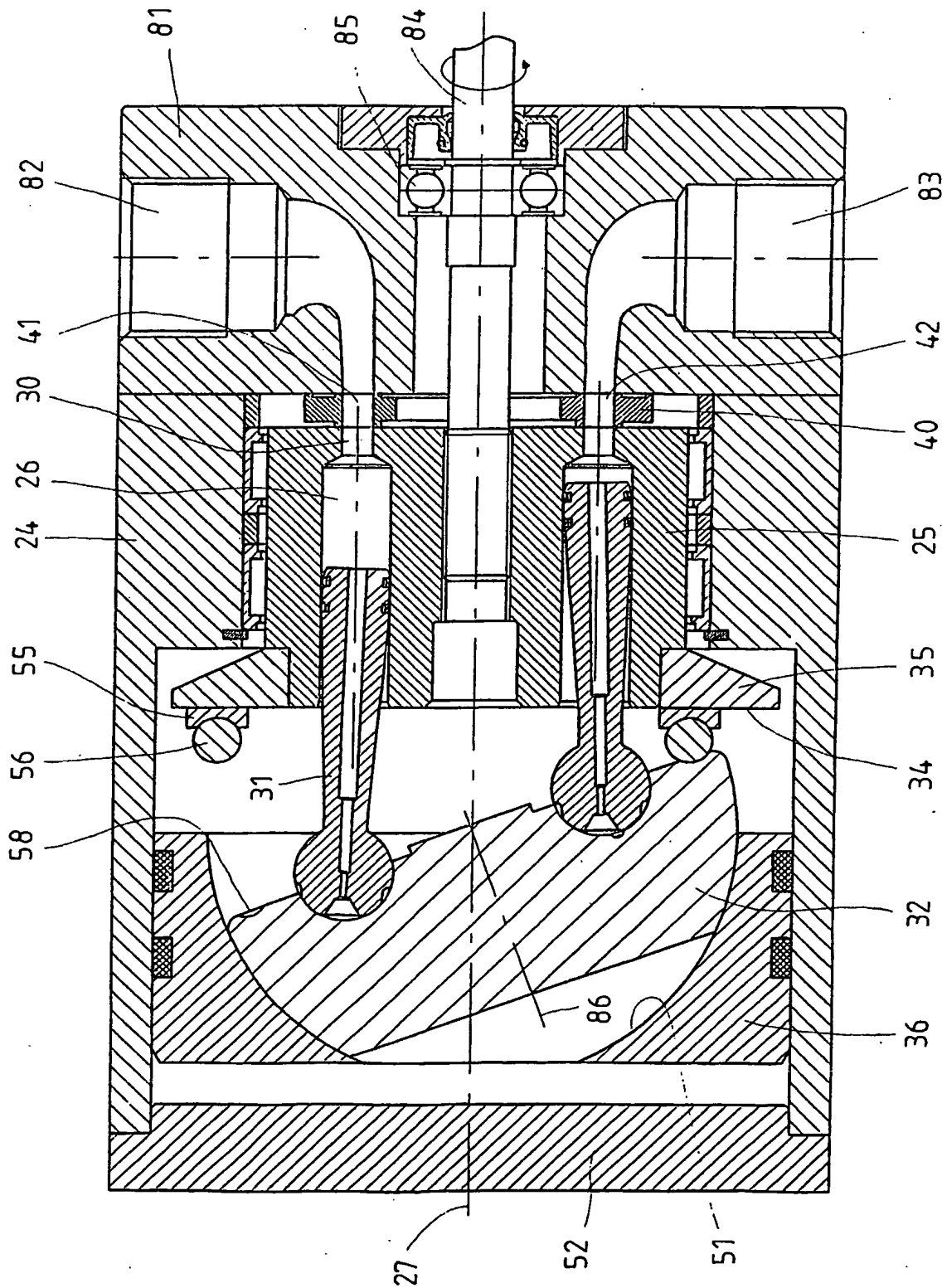


FIG.21